第12卷 第3期　　动 物 学 研 究　　Vol. 12, No. 3
1991年8月　　ZOOLOGICAL RESEARCH　　Aug., 1991

温、湿度对德钦蝠蛾繁殖力的影响*

沈发荣　杨大荣　杨跃雄　李朝达　舒　畅
（中国科学院昆明动物研究所）

摘　　要

本文研究了不同温度、土壤含水率和相对湿度对德钦蝠蛾羽化、交配、产卵及孵化率的影响。结果表明：温度在15℃至18℃，土壤含水率25.0%到30.0%时，正常羽化率达95.0%—100.0%，交配率为18.0%—30.0%；在该温度范围内，相对湿度70.0%—100.0%时，产卵率达63.6%—43.2%；在以上温度内，土壤含水率30.0%、35.0%的孵化率最高。

关键词：温度，土壤含水率，相对湿度，德钦蝠蛾，繁殖力

德钦蝠蛾*Hepialus deqinensis* Liang (1988) 是分布于云南西北部的一个特有种，是冬虫夏草的优势寄主昆虫之一。从1984年起，笔者对该虫的自然分布区进行了考察，发现它形成的冬虫夏草个体大，色泽鲜艳，有很大开发利用价值。为此，1986年至1988年，在室内进行了该虫在不同温、湿度下羽化率、交配率、产卵率以及孵化率的研究。探索该虫繁殖的最适温、湿度，为人工饲养繁殖提供依据。

材 料 和 方 法

一、虫源　蝠蛾蛹采自云南德钦县境内及白马雪山海拔3950米的试验基地。

二、实验方法　每种处理方法各选取健壮无损伤的蛹50—60头，置于有腐植质的20×25(cm)的塑料盆中，在室内人工条件下饲养，使其羽化为成虫。每种实验重复3次。

1.温度：以恒温箱分设13°C、15°C、18°C、20°C和23°C 5组。控制温度±1°C，每组每天光照12小时，黑暗12小时。

2.土壤含水率：取当地腐植质土过筛，先在60°C烘箱中烘干至恒重，然后每盆放入4000克腐植质为基土，再添加水或蒸馏水配制成含水率为20.0%、25.0%、30.0%、35.0%和40.0%的土壤。

---

* 国家自然科学基金资助项目。
本所龙勇诚、董大志和德钦县科委鲁自、春生、喻润清等同志参加部分工作，谨致谢意。
本文1989年11月18日收到，1990年3月21日修回。

3.交配、产卵实验：将羽化的成虫1:1配对移入有植株的罐头瓶内，用尼龙纱封住瓶口，让其在罐内交配。然后将已交配雌蛾移入10×15(cm)的玻璃缸内，用尼龙纱封口，使其在缸内产卵，待产卵终止，解剖雌蛾，统计腹内遗留卵粒数。

4.孵化实验：将受精卵放入上述各温、湿度的玻璃缸内进行孵化率实验，对各种温度，湿度下的孵化率进行统计。

结　　果

1.温度和土壤含水率对德钦蝠蛾羽化率的影响　德钦蝠蛾在室内不同温度和土壤含水率条件下的羽化率见表1。

表1　德钦蝠蛾在不同条件下的羽化率

Tab. 1. The emergence of *Hepialus deqineensis* in different temperatures and soil water contents

项目＼时间		1986(6.1—7.20)					1987(6.1—7.20)					1988(6.1—7.20)				
温度(℃)		13	15	18	20	23	13	15	18	20	23	13	15	18	20	23
土壤含水率(%)		20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40
蛹数(头)		50	56	60	60	60	50	50	50	60	62	46	48	50	50	60
总羽化数(头)	羽化数(头)	46	56	60	58	54	57	48	50	59	54	41	46	46	48	56
	羽化率(%)	92.0	100.0	100.0	96.7	90.0	90.0	96.0	100.0	98.0	87.1	89.1	95.8	92.0	96.2	93
正常羽化蛾数	羽化蛾数(头)	35	56	56	56	32	34	46	50	45	46	31	46	46	40	40
	羽化蛾率(%)	76.1	100.0	100.0	96.6	53.3	68.0	95.8	100.0	76.3	85.2	75.6	100.0	100.0	83.3	66.7

由表1可知，在温度15°C和18°C，土壤含水率为25.0%和30.0%时，羽化率为95.8%—100.0%，正常羽化成虫高达76.3%—100.0%。当温度低于15°C和高于18°C，土壤含水率低于25.0%和高于30.0%时，羽化率降为53.3%—96.6%。

2.温度、相对湿度对德钦蝠蛾交配率的影响　在不同温度、湿度条件下蝠蛾的交配率见表2。

由表2可见，德钦蝠蛾在15℃和18°C，相对湿度为90.0%、95.0%和100.0%时，蛾子的交配率分别为：18.2%、20.0%、23.3%、20.0%和30.0%；在温度15℃以下和18℃以上时，交配率降为3.3%—15.0%。上述结果表明成虫的交配率与温、湿度的关系密切。

3.不同温度、湿度对德钦蝠蛾生殖力的影响　计算每头雌蛾平均产卵粒数，以每组雌蛾数除每组总卵粒数，由此得到不同温、湿度下蝠蛾生殖力，见表3。

表 2　不同温度、湿度下德钦蝠蛾的交配率

Tab. 2. The copulation of *Hepialus deqinensis* in different temperatures and relation humidity

项目 \ 时间		1986(6.1—7.20)					1987(6.1—7.20)					1988(6.1—7.20)				
温度(℃)		13	15	18	20	23	13	15	18	20	23	13	15	18	20	23
相对湿度(%)		90	90	90	90	90	95	95	95	95	95	100	100	100	100	100
配对蛾数(头)		36	44	50	50	60	26	30	30	46	46	30	30	30	30	30
交配蛾数(头)	交配数(头)	3	8	10	4	0	4	7	6	2	1	3	6	9	1	0
	交配率(%)	8.0	18.0	20.0	8.0	0	15.0	23.3	20.0	4.3	2.2	10.0	20.0	30.0	3.3	0

从表 3 可见，温度对雌蛾的产卵率影响较大，在15℃时三年同期产卵数 分 别为451粒/头、442粒/头和430粒/头；在温度18℃时的三年同期产卵数分别为476粒/头、456粒/头和446粒/头。当温度低于15℃高于18℃时，产卵率则降低，遗留腹内的卵也多。

4.温度和土壤含水率对德钦蝠蛾孵化率的影响　不同温度和土壤含水率对蝠蛾孵化率的影响不一（见表 4 ）。在温度13℃、15℃、18℃、20℃和23℃，土壤含水率为25.0%时，孵化率为60.4%—86.3%，土壤含水率为30.0%时，孵化率高达86.6%—99.8%。以上结果表明，土壤含水率为30.0%最适宜孵育，25.0%次之。

表 4　德钦蝠蛾在不同温度和土壤含水率条件下的孵化率

Tab. 4. The hatch egg rate of *Hepialus deqinensis* in different temperatures and soil water contents

时间	温度(℃)	13		15		18		20		23		总卵数
	土壤含水率(%)	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30	
1986 (6.1—7.20)	孵化率(%)	86.3	92.5	80.6	90.3	84.0	95.5	80.1	93.5	80.2	96.8	3000
		76.4	95.1	62.5	86.6	60.6	96.0	65.2	96.2	70.6	99.0	3000
		75.3	95.1	72.1	90.3	78.5	88.9	72.0	90.6	70.5	91.8	3000
		79.3	92.2	71.6	89.1	74.4	93.5	72.4	93.4	73.8	95.9	3000
1987 (6.1—7.20)	孵化率(%)	71.6	95.4	68.8	99.0	74.1	90.6	77.1	97.2	75.4	99.6	3000
		75.1	95.6	78.5	98.6	78.6	98.1	66.8	96.1	76.5	99.7	3000
		70.4	90.8	64.6	96.5	70.6	90.6	68.7	90.6	70.6	99.5	3000
		72.3	93.9	70.6	98.0	74.4	93.1	70.9	94.6	74.2	99.6	3000
1988 (6.1—7.20)	孵化率(%)	60.5	96.1	65.4	99.2	66.2	98.6	74.6	95.4	65.8	99.8	2000
		65.1	98.4	60.9	95.4	60.7	96.2	66.4	99.2	62.1	96.4	2000
		64.3	96.2	60.6	90.9	60.6	99.1	64.5	96.5	60.4	98.5	2000
		63.3	96.9	62.3	95.2	62.6	98.0	68.5	97.0	62.8	98.2	2000

表3 不同温、湿度条件下德钦蝙蛾的产卵率

Tab. 3. The rate of egg-laying of *Hepialus deqinensis* in different teperatures and relative humidity

项目 \ 时间		1986(6.1—7.20)					1987(6.1—7.20)					1988(6.1—7.20)				
温度(℃)		13	15	18	20	23	13	15	18	20	23	13	15	18	20	23
相对湿度(%)		70	80	90	95	100	70	80	90	95	100	70	80	90	95	100
雌蛾数(头)		15	16	16	20	20	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16
产卵数(粒)	总卵数(粒)	6150	7120	8568	8160	6330	6240	6630	6840	6315	5460	6390	6450	7136	6544	5696
	平均卵数(粒)	410	451	476	408	316.5	416	442	456	423	364	426	430	446	409	356
腹内余卵数(粒)	总卵数(粒)	4515	4304	5328	7000	7970	4740	4260	3915	4890	5190	5475	6060	6496	6656	7504
	平均卵数(粒)	301	269	286	350	398.5	316	284	261	236	346	365	404	406	416	469
总卵数(粒)		10665	12454	13896	15160	14300	10980	10690	10755	11235	10650	11865	12510	13632	13200	13200
每头雌蛾平均怀卵量(粒)		711.0	778.5	868.5	758.0	715.0	732.0	726.0	717.0	749.0	710.0	791.0	834.0	850.0	825.0	825.0
每头雌蛾产卵率(%)		57.8	57.9	54.9	53.8	44.3	56.8	60.9	63.6	56.5	51.3	53.9	51.6	52.5	49.6	43.2

小　结

1.德钦蝠蛾与温度的关系密切。在云南自然分布区，每年5月中旬开始有预蛹，月平均温度为10.4℃。6月底至7月初大部蛹羽化成成虫，月平均温度为11.2℃—13.0℃最高温度17.6℃，最低温度4.5℃，土壤含水率为25.0%—30.0%。预蛹在室内18℃需45天至54天羽化，最适于在温度15℃和18℃，土壤含水率为30.0%的土壤内饲养。

2.成虫多在早晨5:30—6:30和18:00—20:00时羽化。最适羽化的温度为15℃和18℃，土壤含水率为25.0%和30.0%。这与自然分布区状况相吻合。

3.成虫羽化后5—15分钟，开始寻找配偶交配，交配时间长达30分钟，有的长达150分钟。成虫交配的最适温度为18℃，相对湿度90.0%—100.0%。

4.雌蛾交配后从产卵孔把卵一粒粒地产出。每次可产5—50粒。受精卵1.5—2小时开始变色。自白色→乳白色→黄色→淡黄色→黑色。未成熟卵不能孵化，也不会变色。怀卵量710.0—868.5粒/头，个别雌蛾可达900.0—1100.0粒/头。该蛾的产卵率最高达63.6%，最低为43.2%。

5.卵在温度13℃—23℃范围内均能正常孵化，孵化率最高达99.8%，最低为60.4%。

参 考 文 献

龙勇诚等　1987　虫草蝠蛾幼虫空间分布型的研究。动物学研究　8(1):47—54。
朱弘复　1965　冬虫夏草的寄主昆虫是虫草蝙蝠蛾。昆虫学报　14(16):620—621。
杨大荣等　1987　云南虫草蝠蛾生态学研究Ⅰ．区域分布和生态地理分布。动物学研究　8(1):1—11。
沈发荣　1988　云南冬虫夏草的初步研究。微生物学报　15(2):47—51。
陈泰鲁等　1973　虫草蝙蛾 *Hepialus armorcanus* Oberthur 生物学的初步研究。昆虫学报　16(2):419—425。
梁醒财等　1988　云南蝠蛾属 *Hepialus* 四新种（鳞翅目：蝙蝠蛾科）。动物学研究　9(4):419—425。

EFFECTS OF TEMPERATURE AND HUMIDITY ON THE REPRODUCTIVE CAPACITY OF *Hepialus deqinensis*

Shen Farong　Yang Darong　Yang Yaoxong　Li Chaoda　Shu Chang
(*Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica*)

In this paper the rate of the eclosion, coiparity, oviparity, and incubation of the ghost moth, *Hepialus deqinensis* Liang, under different conditions of temperature (13°C, 15°C, 18°C, 20°C, 23°C), relative humidity (90%, 95%,

100%) and the rate of water content in the soil (20%, 25%, 35%, 39%, 40%) are reported. The results are summarized as follows: Temperature and relative humidity are both relatively important factors which effected the reproductive capacity of *Hepialus deqinensis* The optimal tempeerture is in a range from 15°C to 18°C, and the rate of water content in soil is 25% to 30%, relative humidity is in a range from 70.0%. to 100.0%. Only this way *Hepialus deqinesis* can be obtained by artificial rearing. The rate of eclosion is 95%—100%, copulation is 18%—30%, incubation is 88.6%—99.7%, and 43.2 to 63.6 eggs of each moth would be received.

Key words: Temperature, Soil water contents, Relative humidity, *Hepialus deqinensis*, Reproductive capacity

---

(上接248页)

1.前三岛位于我国黄海中部江苏省连云港外，东经119°47′—54′、北纬34°59′—35°08′的海域内。距青岛200多公里，是我国扁嘴海雀的第二繁殖基地。因此，更全面更正确的新结论是：扁嘴海雀繁殖于我国黄海中部，北纬34°50′—36°20′的海域内，离大陆较远的海岛上。其中包括千里岩、长门岩、朝连岛、大公岛、灵山岛和前三岛等。

2.扁嘴海雀(见图1)每年在繁殖地的居留时间是2月初（2月7日）到5月中旬（5月19日），近110天左右。为黄海中部地区的夏候鸟（繁殖鸟）。

3.扁嘴海雀的卵重40—50克。每枚卵的重量为母鸟体重的1/5。雌雄鸟都参与孵卵，并且皆有两个孵卵斑（见图2）。

4.扁嘴海雀属早成鸟。出壳后的第二天夜间，由亲鸟领路，边叫边走，下海远去。因此，一般情况下，幼雏不易见到。

5.扁嘴海雀繁殖地的条件是：①有安全的筑巢环境——远离大陆的海岛（敌害少）；岛上地形较复杂——有石洞或石缝为良好的天然巢址；巢区一般不与黑尾鸥等海鸟的巢区重叠。②海域内食物丰盛。

6.值得提出的是，1981年3月3日在北京签订的"中华人民共和国和日本国政府保护候鸟及栖息环境的协定"中扁嘴海雀被列为保护候鸟。

马 金 生

Ma Jinsheng

（山东省教育学院）

(*Shandong Educational College*)